СЕКРЕТЫ ПАЯЛЬНО-РЕМОНТНОГО ИНСТРУМЕНТА (часть 2)

(Продолжение. Начало в «РЭТ» №2 за 1999г.)

Виктор Новоселов, к.т.н.

В предыдущей статье была рассмотрена техника пайки и выпаивания компонентов, монтированных на поверхность, наиболее экономичным способом — при помощи паяльника и термопинцета. Технике контактной пайки/выпаивания суждена еще долгая жизнь, однако в этой жизни, увы, нет места новейшим компонентам в корпусах BGA (Ball Grid Array)и CSP (Chip Scale Package). Неуклонно растущая массовость применения BGA-упаковки обусловлена ее очевидными технико-экономическими преимуществами над QFP (Quard Flat Package): меньшая масса, меньшая площадь корпуса при большем числе выводов, большее расстояние между выводами, а также низкая цена. За последние два года фирмы-производители инструмента форсировали выпуск паяльно-ремонтных станций для BGA. Сегодня потребитель (в том числе и российский) имеет возможность выбора BGA-станций ряда именитых фирм: ERSA, PACE и CooperTools. При выборе инструмента необходимо четко уяснить достоинства и недостатки конкурирующих предложений и спроецировать их на собственные нужды. Цена решения (то есть разница в цене станций) эквивалентна новенькому автомобилю с конвейера ВАЗа: есть над чем подумать, даже если вы уже ездите на BMW!

Применительно к локальной (прицельной) пайке/выпаиванию BGA по существу конкурируют два подхода: конвекционный (использование направленной струи разогретого воздуха для оплавления выводов прогревом сквозь корпус BGA или боковым поддувом воздуха под корпус) и инфракрасный (ИК). Оба подхода уходят корнями в соответствующие технологии производственной (групповой) пайки в печах. Между тем, в отличие от групповой пайки в конвекционных печах, использование струи горячего воздуха для прицельной пайки крупноразмерных компонентов обнаруживает два «подводных камня». Первый — это затраты на дополнительную оснастку — дорогостоящие сопла для корпусов различной геометрии. Второй и главный — борьба с законами газовой динамики, ибо невероятно сложно обеспечить равномерный нагрев локальной зоны со значительными линейными размерами с помощью профилированной струи горячего воздуха. Кроме того, при переходе к сверхлегким корпусам типа CSP и Flip Chip дополнительными критическими факторами становятся давление и вибрация, создаваемые воздушным потоком: силы поверхностного натяжения могут оказаться недостаточными для поддержания сферической формы контактов в расплавленном состоянии, и тогда корпус при пайке «прилипнет» к плате без необходимого зазора или встанет с недопустимым линейным смещением. Инфракрасный подход к прицельной пайке/выпаиванию принципиально не подвержен этим недостаткам, но и он не лишен слабости: темные поверхности прогреваются сильнее, чем светлые, а потому рациональное управление мощностью ИК-излучателя подразумевает наличие соответствующих практических навыков у оператора. В итоге, технологическая альтернатива применительно к прицельной пайке BGA такова: на одной чаше весов — использование человеческого фактора обучаемости при работе с инфракрасной станцией, на другой — обуздание фундаментальных законов природы при использовании конвекционных станций. Что касается ценовой альтернативы, то ее фактически нет: инфракрасный подход почти вдвое экономичнее конвекционного. К тому же, инфракрасная станция позволяет оперировать не только с BGA, но и с крупноразмерными компонентами любой геометрии в любых типах корпусов. Поэтому именно инфракрасный подход рассмотрен ниже на примере паяльно-ремонтной станции ERSA IR500A.

2. Локальная инфракрасная пайка и выпаивание компонентов, монтируемых на поверхность или в отверстия

Настольная станция ERSA IR500A (рис. 7) является достаточно мощным и недорогим техническим средством, позволяющим работать с микросхемами в корпусах BGA на уровне мировых стандартов качества. Одновременно, наличие встроенного блока контактной пайки MicroCon60A в станции IR500A превращает ее в многофункциональный комбайн, в котором интергрировано большинство паяльно-ремонтных инструментов за исключением воздушно-вакуумных. Дополнительно станцию рекомендуется укомплектовать вентилятором для

ускоренного охлаждения платы по завершении операций пайки/выпаивания. При необходимости комплект можно расширить вакуумным термоотсосом XTool с компрессором CU100A (без электронного блока DIG81XA, функции которого возьмет на себя MicroCon60A), прецизионным позиционером PL-100, паяльниками MicroTool и PowerTool, термопинцетом Pincette40.

Установка инфракрасной пайки/выпаивания предназначена для операций с компонентами, имеющими линейные размеры от 10 мм до 55 мм, монтируемыми как на поверхность, так и в отверстия. Среди них микросхемы в корпусах типа BGA, CSP, PGA, SOIC, QFP, PLCC, DIP, а также разнообразные панельки и разъемы, экранирующие и сложнопрофильные элементы. Установка может использоваться также для локальной инфракрасной пайки группы компонентов в ограниченной зоне. Размеры зоны задаются органами регулировки окна ИК-излучателя; более сложную геометрию зоны нагрева можно задать с помощью специальной отражающей ленты или обычной фольги.

В процедуре локальной инфракрасной пайки/выпаивания участвуют следующие элементы:

• лазерный светодиодный указатель, используемый для подсветки точки в центре рабочей зоны, куда следует установить изделие перед началом процесса пайки/выпаивания;

• нижний инфракрасный излучатель (120x120 мм), используемый для равномерного подогрева обширной зоны печатной платы до 100...120°C с целью уменьшения перепада температур и сокращения общего времени высокотемпературной фазы процедуры пайки/выпаивания;

• подвижный термосенсор, используемый для контроля температуры в рабочей зоне пайки/выпаивания (измеренная температура отображается на цифровом табло слева на передней панели прибора);

• вакуумная присоска, используемая при выпаивании для удаления микросхемы с платы немедленно после полного оплавления выводов;

• инфракрасная пушка с органами управления, обеспечивающая равномерный нагрев зоны с линейными размерами от 10 мм до 55 мм; излучение осуществляется на длинах волн 2...8 мкм, оптимальных в плане соотношения тепловой энергии, отражаемой и поглощаемой поверхностями объекта.

Процедура инфракрасного выпаивания микросхемы в корпусе BGA несложна. Оператор перемещает штангу лазерного прицела в исходное положение над центром рабочей зоны, закрепляет печатную плату в рамке и позиционирует ее так, чтобы выпаиваемая микросхема попала в центр рабочей зоны, подсвеченный лазерным лучом. Затем лазерный «прицел» сдвигается вращательным движением против часовой стрелки, а на его место над центром рабочей зоны устанавливается инфракрасная пушка (верхний ИК-излучатель). При необходимости оператор может регулировать высоту расположения инфракрасной пушки над зоной нагрева. С помощью органов управления задается размер зоны облучения: линейные размеры микросхемы плюс 5 мм с каждой стороны. После достаточного прогрева платы нижним ИК-излучателем (до 100...120°C примерно за две минуты) оператор устанавливает инфракрасную пушку в рабочее положение, и она автоматически включается. Температура корпуса облучаемой зоны (микросхемы) будет нарастать с типовой скоростью 2...5°C в секунду и вскоре достигнет установленного сигнального значения — например, 195°C. Происходит оплавление выводов и вакуумная присоска поднимает выпаянную микросхему BGA с платы. Короткий звуковой сигнал дополнительно привлекает внимание оператора. Оператор возвращает инфракрасную

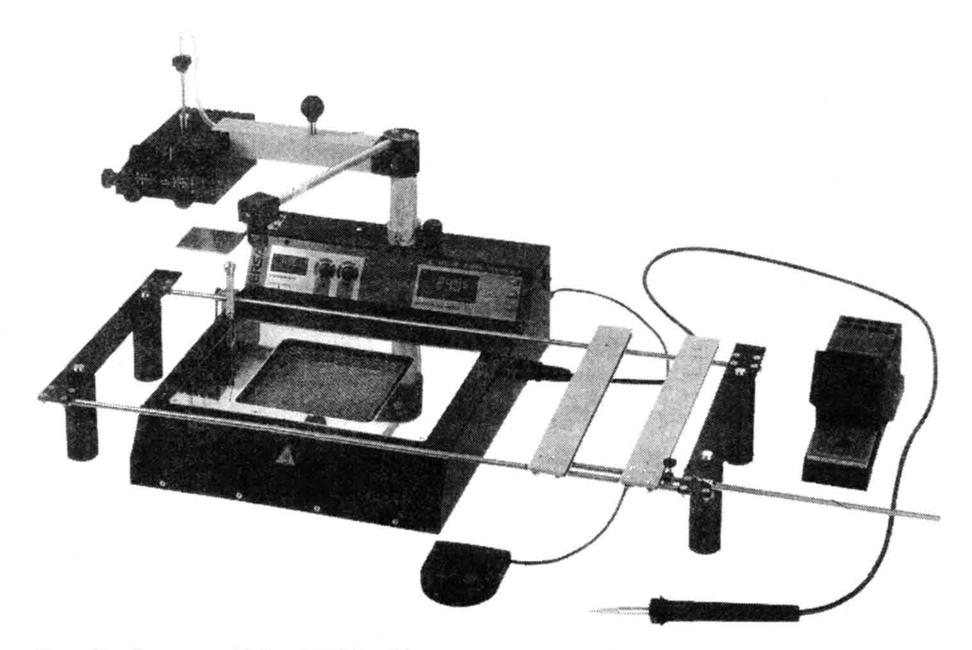


Рис. 7. Станция ERSA IR500A (базовый комплект)

пушку в исходное положение вращательным движением по часовой стрелке и отключает «мышью» вакуумную присоску. Горячая микросхема падает на антистатическую плошку; процесс завершен. При возврате в исходную позицию инфракрасная пушка отключается автоматически.

Аналогично выпаивают и корпуса других типов, в том числе PGA и QFP. При выпаивании корпусов QFP в особенно сложных случаях на многослойной плате выводы микросхемы могут нуждаться в неодинаковом прогреве из-за неодинаковой массы контактирующих с ними элементов. Для достаточного оплавления всех выводов при выпаивании рекомендуется продленный режим прогрева платы снизу и ручное управление вакуумной присоской: включение насоса и присоединение присоски к корпусу QFP лучше осуществить не в начале процесса нагрева, а сразу после того, как оплавление выводов уже произошло. Таким образом минимизируется опасность повреждения контактных площадок и выводов корпуса QFP при демонтаже. При выпаивании разного рода разъемов инфракрасный разогрев зоны следует производить до степени оплавления контактов (но не выше, чтобы не допустить расплавления пластмассы) и немедленно извлечь разъем из печатной платы, пользуясь пинцетом. Точно так же используют пинцет при выпаивании радиаторов, потенциометров, высокочастотных экранов и других сложнопрофильных элементов.

Шторки верхнего ИК-излучателя невозможно закрыть на расстояние уже 10 мм из-за наличия присоски в центре конструкции. Шторки не раскрываются шире 60 мм, поскольку именно таков размер ИК-излучателя. В принципе, шторки можно раскрыть «настежь» и задать любую геометрию зоны нагрева в пределах 60x60 мм с помощью отражающей ленты или фольги, прикрыв соседние элементы, разогрев которых необходимо если не исключить полностью, то минимизировать.

Процедура локальной инфракрасной пайки компонентов выглядит аналогично, но нет необходимости в использовании вакуумной присоски. Немедленно после оплавления выводов рекомендуется отвести верхний ИК-излучатель в нерабочее положение и аккуратно сдвинуть рамку с закрепленной платой по направляющим полозьям вправо, установив ее в зону действия вентилятора. Наличие вентилятора весьма желательно для сокращения времени пребывания припоя в жидком состоянии: это является условием достижения высоких характеристик паяного соединения. Нет никаких противопоказаний по использованию флюсов или паяльных паст. В сравнении с техникой пайки/выпаивания горячим воздухом при локальном инфракрасном разогреве соседние элементы подвергаются меньшему побочному тепловому воздействию. Для большей уверенности в недопущении перегрева соседних элементов можно дополнительно использовать отражающую ленту IR4050-06. Необходимо отметить, что монтаж пластиковых корпусов BGA с плавкими выводами можно производить и без паяльной пасты (флюсованием), тогда как пайка керамических BGA предполагает обязательное использование пасты, ибо тугоплавкие выводы служат у последних лишь смачиваемой опорой тяжелого корпуса. После пайки на виде сбоку должны просматриваться идентичные, умеренно сплющенные сферические выводы (в первом случае) или конусообразные мениски правильной формы вокруг выводов (во втором случае).

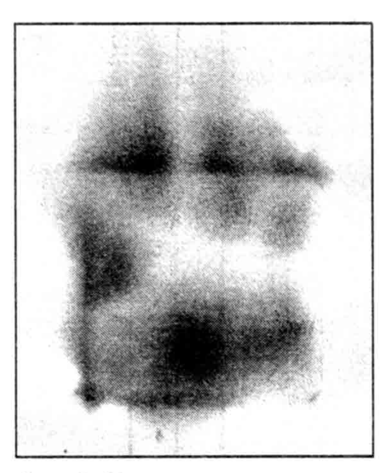


Рис. 8. Термограмма локального конвекционного нагрева BGA

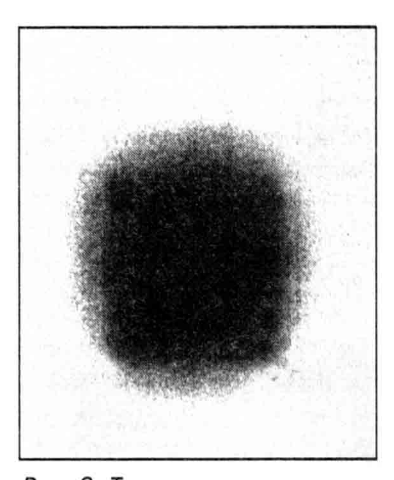


Рис. 9. Термограмма локального инфракрасного нагрева BGA на IR500A

Температурно-временная зависимость локальной ИК-пайки у станции IR500A, разумеется, не столь идеальна, как у автоматических инфракрасных и конвекционных печей. Тем не менее, результаты тестирования и сравнения локальной конвекционной и инфракрасной пайки BGA, представленные независимым институтом Frauenhofer ISIT (Германия), свидетельствуют о более стабильном качестве последней (очевидно, при должном опыте оператора). Термограмма (рис. 8) показывает неравномерность распределения температуры по площади BGA в реальных системах локальной конвекционной пайки. Инфракрасное же излучение обеспечивает равномерный прогрев по всей площади BGA (рис. 9). Рентгеновские проекции фрагментов BGA225 показывают, что использование конвекцион-

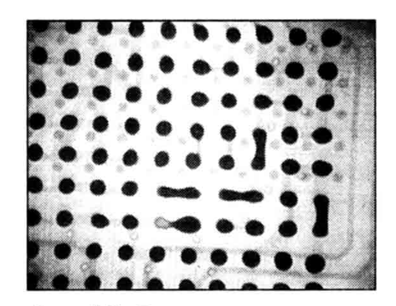


Рис. 10. Рентгенограмма результатов локальной конвекционной пайки BGA

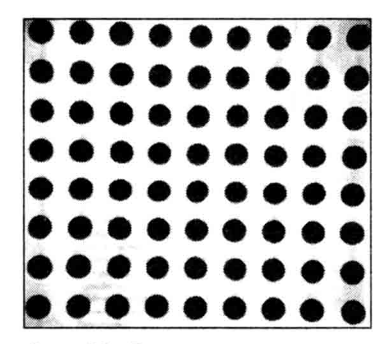


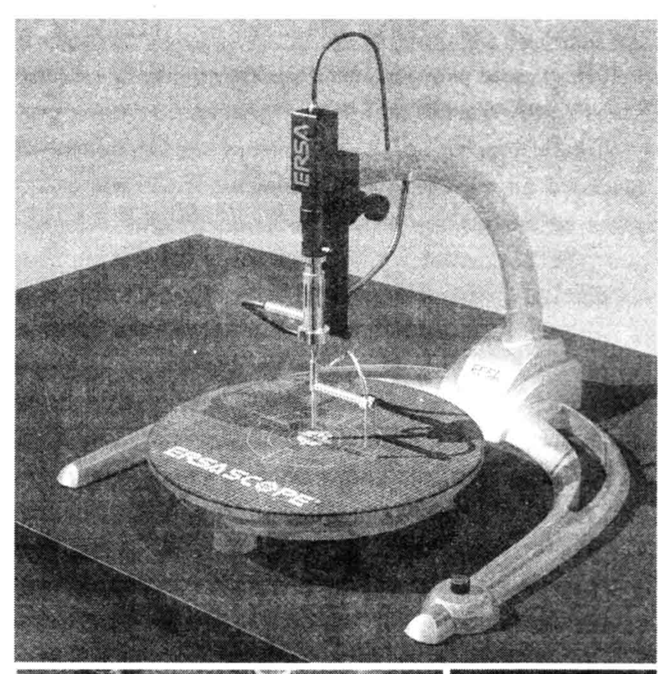
Рис. 11. Рентгенограмма результата локальной инфракрасной пайки BGA на IR500A

ной пайки может повлечь неидентичную степень оплавления, несимметричную деформацию выводов BGA, а также частично холодные пайки и перемычки (рис. 10). На рис. 11 показана рентгенограмма фрагмента BGA225 после пайки темноинфракрасным излучением: четкие контуры оплавленных выводов свидетельствуют о равномерно высоком качестве пайки по всей площади BGA. Рентгеновские снимки сделаны на оборудовании RTX-2500 Real Time X-Ray Inspection Workstation, Glenbrook Technologies Inc., NJ, USA. Все права сохранены.

Функции контактной пайки/выпаивания компонентов, монтированных на поверхность или в отверстия, возложены в универсальной станции IR500A на встроенный микропроцессорный модуль MicroCon60, возможности которого были рассмотрены в предыдущем разделе. Кстати, для ускорения любых операций контактной пайки и выпаивания удобно осуществить предварительный прогрев печатной платы с помощью нижнего ИК-излучателя, входящего в состав инфракрасной системы IR500A. Габаритные размеры IR500A — 300x380x220 мм. Вес 7 кг. Потребляемая мощность не более 460 Вт.

Всем хорош корпус BGA, но в отличие от корпусов другого типа, где дефекты пайки выводов легко обнаружить визуально, BGA скрывает их между плоскостью корпуса и печатной платой. Типовой, но очень дорогой способ контроля — это вертикальное рентгеновское просвечивание корпуса BGA. А может, заглянуть *под* корпус BGA с каждой стороны на просвет? Это позволило бы проконтролировать идентичность формы выводов, оплавленных в результате пайки, и отсутствие перемычек. У ближайших к граням корпуса выводов можно рассмотреть даже форму мениска (если была использована паяльная паста). На этой идее, простой, но с мощным техническим воплощением, и базируется ERSASCOPE, новейшая система оптического контроля качества пайки BGA. Плата закрепляется в штативе, и головка оптической системы с высоким разрешением «охватывает» корпус BGA (рис. 12). С одной стороны корпуса оказывается мощный (150 Вт) миниатюрный источник света на основе волоконной оптики, с противоположной стороны — оптический приемник с регулируемым фокусным расстоянием (0...55 мм). Минимальный зазор между корпусом микросхемы и печатной платой, при котором система работает устойчиво, составляет всего 0,05 мм. Максимальные линейные размеры корпуса микросхемы, при которых освещенность достаточна — 50 мм. Изображение передается на монитор 17" (с увеличением до 350 раз) для человеко-машинного анализа образа пайки. На рис. 12 приведены примеры изображения паяных выводов под корпусом CSP148 (высота над платой 0,25 мм; поперечный диаметр вывода 0,45 мм; шаг между выводами 0,8 мм) и внутренней поверхности линейки выводов корпуса TQFP120 (шаг 0,4 мм).

Окончание в РЭТ №1, 2000 г.





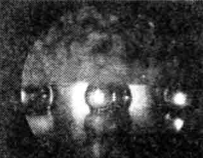




Рис. 12. Элемент системы ERSASCOPE оптического контроля качества пайки BGA